第 20 講　中和滴定
PART1　中和点での量的関係

目標　・中和点での量的関係の関係式をつくれるようになろう

Chapter1　中和点での量的関係

要点

中和点

酸と塩基が過不足なく反応する点。

中和点での量的関係

中和点では次の式が成立する。

H^+の物質量 ＝ OH^-の物質量

すなわち

酸の物質量×価数 ＝ 塩基の物質量×価数

中和反応の反応式を思い出してみよう。

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

これより，中和点では「H^+の物質量 ＝ OH^-の物質量」が成立することがわかる。

●H^+の物質量，OH^-の物質量の求めかた

・H^+の物質量 → 酸の物質量×価数

例　塩酸 2mol に含まれる H^+の物質量を求めよ。

塩酸 HCl は 1 価の酸であるため，H^+は HCl の物質量の 1 倍存在する。

2 × 1 = <u>2mol</u>

・OH^-の物質量 → 塩基の物質量×価数

例　水酸化カルシウム 2mol に含まれる OH^-の物質量

水酸化カルシウム $Ca(OH)_2$ は 2 価の塩基であるため，OH^- は $Ca(OH)_2$ の物質量の 2 倍存在する。

$$2 \times 2 = \underline{4\text{mol}}$$

以上より，中和点における量的関係の式は次のように表すことができる。

酸の物質量×価数＝塩基の物質量×価数

例 硫酸 0.10mol と過不足なく反応する水酸化ナトリウムの物質量は何 mol か？

水酸化ナトリウムの物質量を n（mol）とすると，硫酸は 2 価の酸，水酸化ナトリウムは 1 価の塩基であるため，次のようになる。

$$0.10 \times 2 = n \times 1 \qquad \underline{n = 0.20\ (\text{mol})}$$

まとめ

・酸と塩基が過不足なく反応する点を（　　　　　　）という。

この点では H^+ と OH^- の物質量に次のような量的関係が成立する。

（　　　　　　　　＝　　　　　　　　）

これを酸や塩基の物質量と価数を用いて表すと次のようになる。

（　　　　　　　　　　　　　　　　　）

Chapter2　モル濃度を使った量的関係の式

要点

C_1mol/L，n 価の酸 V_1mL と C_2mol/L，m 価の塩基 V_2mL の中和点における量的関係

$$C_1 \times \frac{V_1}{1000} \times n = C_2 \times \frac{V_2}{1000} \times m$$

●モル濃度を使った中和点での量的関係の式

最も多いのが，酸や塩基の情報をモル濃度と体積で与えてくる場合である。

(1)　**酸や塩基の情報を物質量に変える**

中和点では「酸の物質量×価数＝塩基の物質量×価数」が成立しているため，まず，酸や塩基の情報を物質量に変えてみよう。

モル濃度（mol/L）に体積（L）をかけると，物質量（mol）を導くことができる。

モル濃度（mol/L）× 体積（L）※ ＝ 物質量（mol）

※通常，体積は「mL」の単位で与えられるため $\frac{1}{1000}$ 倍して「L」に変えよう

⑵　**モル濃度を使った中和点での量的関係の式**

C_1mol/L，n 価の酸 V_1mL と C_2mol/L，m 価の塩基 V_2mL の中和点における量的関係は，次のように表すことができる。

「酸の物質量×価数＝塩基の物質量×価数」になっていることを確認しておこう。

$$\underbrace{C_1 \times \frac{V_1}{1000}}_{\text{酸の mol}} \times n = \underbrace{C_2 \times \frac{V_2}{1000}}_{\text{塩基の mol}} \times m$$

例　0.10mol/L の硫酸 10.0mL と過不足なく反応する 0.20mol/L の水酸化ナトリウム水溶液は何 mL か。

水酸化ナトリウムの体積を x（mL）とすると，硫酸は 2 価の酸，水酸化ナトリウムは 1 価の塩基であるため，次のような量的関係の式が成立する。

$$0.10 \times \frac{10.0}{1000} \times 2 = 0.20 \times \frac{x}{1000} \times 1 \qquad x = 10.0 \qquad \boxed{10.0(\text{mL})}$$

Chapter3　質量パーセント濃度を使った量的関係の式

酸や塩基の情報を質量パーセント濃度で与えられたときの量的関係の式のつくり方を確認してみよう。

要点

X%，d_1（g/mL），n 価，分子量 M_1 の酸 V_1mL と Y%，d_2（g/mL），m 価，分子量 M_2 の塩基 V_2mL の中和点における量的関係

$$V_1 \times d_1 \times \frac{X}{100} \times \frac{1}{M_1} \times n = V_2 \times d_2 \times \frac{Y}{100} \times \frac{1}{M_2} \times m$$

●質量パーセント濃度から物質量を導く式

⑴　**酸や塩基の情報を物質量に変える**

①体積（mL）×密度（g/mL）で，酸や塩基の溶液の質量（g）を導く。

体積（mL）×密度（g/mL）＝ 溶液の質量（g）

②質量パーセント濃度を使って酸や塩基の質量 (g) にする。

$$\text{溶液の質量 (g)} \times \frac{\text{質量パーセント濃度}}{100} = \text{酸または塩基の質量（g）}$$

③酸や塩基の質量（g）を分子量（すなわちモル質量 g/mol）で割って物質量（mol）に変える

$$\text{酸または塩基の質量 (g)} \times \frac{1}{\text{酸または塩基の分子量 (g/mol)}}$$

$$= \text{酸または塩基の物質量 (mol)}$$

まとめると，次のようになる。

$$\text{体積 (mL)} \times \text{密度 (g/mL)} \times \frac{\text{質量パーセント濃度}}{100} \times \frac{1}{\text{酸または塩基の分子量 (g/mol)}}$$

$$= \text{酸または塩基の物質量 (mol)}$$

⑵ 質量パーセント濃度を使った中和点での量的関係

X%，d_1(g/mL)，n 価，分子量 M_1 の酸 V_1mL と Y%，d_2(g/mL)，m 価，分子量 M_2 の塩基 V_2mL の中和点における量的関係は，次のように表すことができる。

「酸の物質量×価数＝塩基の物質量×価数」になっていることを確認しておこう。

$$\underbrace{V_1 \times d_1 \times \frac{X}{100} \times \frac{1}{M_1}}_{\text{酸の mol}} \times n = \underbrace{V_2 \times d_2 \times \frac{Y}{100} \times \frac{1}{M_2}}_{\text{塩基の mol}} \times m$$

例　10% の塩酸 (密度 1.2g/mL)10.0mL と過不足なく反応する 8.0% の水酸化ナトリウム水溶液 (密度 1.1g/mL) は何 mL か。ただし塩化水素の分子量は 36.5，水酸化ナトリウムの式量は 40 とする。

水酸化ナトリウム水溶液の体積を x（mL）とすると，塩酸は 1 価の酸，水酸化ナトリウムは 1 価の塩基であるため，次のような量的関係の式が成立する。

$$10.0 \times 1.2 \times \frac{10}{100} \times \frac{1}{36.5} \times 1 = x \times 1.1 \times \frac{8.0}{100} \times \frac{1}{40} \times 1 \qquad x = 14.9$$

15(mL)

Chapter4　演習問題

問　1.0mol/L の硫酸 15.0mL とアンモニア水溶液（密度 0.90g/mL）20.0mL が過不足なく反応したとする。このとき，アンモニア水の質量パーセント濃度は何％か。ただし，アンモニアの分子量は 17 とする。

第 20 講　PART1　確認問題

問　次の各問いに答えよ。

(1)　塩酸 0.80mol と過不足なく反応する水酸化カルシウムの物質量は何 mol か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　0.40mol　　②　0.80mol　　③　1.2mol　　④　1.6mol

(2)　塩酸 0.50mol と過不足なく反応する水酸化ナトリウムの質量は何 g か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，水酸化ナトリウムの式量は 40 とする。

①　10g　　②　20g　　③　40g　　④　80g

(3)　ある濃度の硫酸 20.0mL と 0.30mol/L の水酸化バリウム水溶液 40.0mL が過不足なく反応した。この硫酸のモル濃度として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　0.30mol/L　　②　0.60mol/L　　③　0.90mol/L　　④　1.2mol/L

(4)　質量パーセント濃度 28% の硫酸（密度 1.2g/mL）70.0mL と過不足なく反応する質量パーセント濃度 40% の水酸化カリウム水溶液（密度 1.4g/mL）は何 mL か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，硫酸の分子量は 98，水酸化カリウムの式量は 56 とする。

①　12.0mL　　②　24.0mL　　③　48.0mL　　④　72.0mL

< Note >

第 20 講　中和滴定

PART1　中和点での量的関係

問　2.8%

PART2　中和滴定

問　①

第 20 講　PART1　確認問題　解答

問

(1)　①

解説：

水酸化カルシウムの物質量を n mol とする。塩酸は 1 価の酸，水酸化カルシウムは 2 価の塩基であるため，

$0.80 \times 1 = n \times 2$ が成り立ち，$n = 0.40$mol となる。

(2)　②

解説：

水酸化ナトリウムの物質量を n mol とする。塩酸は 1 価の酸，水酸化ナトリウムは 1 価の塩基であるため，

$0.50 \times 1 = n \times 1$ が成り立ち，$n = 0.50$mol となる。

水酸化ナトリウムの式量は 40 なので，

質量は $0.50 \times 40 = 20$g となる。

(3)　②

解説：

硫酸のモル濃度を x mol/L とする。硫酸は 2 価の酸，水酸化バリウムは 2 価の塩基であるため，

$x \times \frac{20.0}{1000} \times 2 = 0.30 \times \frac{40.0}{1000} \times 2$ が成り立ち，

$x = 0.60$mol/L となる。

(4)　③

解説：

水酸化カリウム水溶液の体積を v mL とする。硫酸は 2 価の酸，水酸化カリウムは 1 価の塩基であるため，

$70.0 \times 1.2 \times \frac{28}{100} \times \frac{1}{98} \times 2 = v \times 1.4 \times \frac{40}{100} \times \frac{1}{56} \times 1$ が成り立ち，

$v = 48.0$mL となる。